Il Naviglio di Ivrea da Leonardo a oggi. Storia, tecnica e territorio

Maria Vittoria Cattaneo

Il costante interesse di Leonardo per l'acqua in tutte le sue forme – e, in particolare, per le opere volte al suo controllo a vantaggio dell'uomo – non può essere compreso pienamente senza essere posto in relazione con altri campi di indagine del Vinciano, come quelli relativi alle scienze della terra. La conoscenza del territorio costituiva infatti premessa necessaria per intervenire razionalmente e concretamente in un preciso contesto geografico, in cui Leonardo sarebbe andato ad applicare le sue competenze tecnico-idrauliche.

Tra i molti disegni di Leonardo relativi all'acqua e all'ingegneria idraulica si colloca il foglio 563r del Codice Atlantico,[1] meno conosciuto e studiato di altri (Solmi 1912; Pedretti 1978-1979; Firpo 1982; Di Teodoro 2002a; 2002b; 2019; Cattaneo 2019), dove egli raffigura una chiusa di imbocco e un canale che sovrappassa il corso di un fiume per mezzo di un ponte a tre arcate con pile rinforzate da rostri, dotato di spessi muri di sponda atti a resistere alla pressione dell'acqua. È Leonardo stesso a rivelare il soggetto del disegno: in basso annota "navilio d'Invrea, fatto dal fiume della Doira" e, subito sotto, aggiunge alcune indicazioni sui luoghi circostanti: "montagni d'Invrea: nella sua parte silvagia produce di verso tramontana". Sempre nella parte inferiore del foglio è riportata una notazione di carattere tecnico secondo cui il peso di una barca che transitasse sul ponte-canale non graverebbe su di esso perché pari a quello dell'acqua spostata,[2] mentre nella parte superiore uno schizzo prospettico documenta il lavoro di scavo di un canale e la forma prismatica delle relative sponde.

Il documento testimonia l'interesse di Leonardo per le opere di ingegneria idraulica e di regimazione delle acque e al contempo per il contesto in cui sono inserite. Oltre al ponte-canale, soggetto principale del disegno, l'annotazione riferita al principio di Archimede dimostra l'appartenenza del Vinciano alla cultura del tempo; è anche evidente la sua particolare attenzione per le modalità di costruzione degli argini, strettamente connesse alla prevenzione di danni agli alvei e delle conseguenti ricadute negative sul territorio circostante, sulla sua produttività e sugli abitanti.

[1] La riproduzione del quale non è stata pubblicata per motivi di *copyright*; essa è comunque visibile sul *web* all'indirizzo <http://codex-atlanticus.ambrosiana.it/#/Detail?detail=563> (02/2023).

[2] Leonardo annota: "il gran peso della barcha che ppassa per il fiume sosstenuto dall'archo del ponte, non crescie peso a esso ponte, perché la barcha pesa di punto quanto è il peso dell'acqua che ttal barca chaccia del suo sito".

Referee List (DOI 10.36253/fup_referee_list)
FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup_best_practice)
Maria Vittoria Cattaneo , *Il Naviglio di Ivrea da Leonardo a oggi. Storia, tecnica e territorio*, pp. 177-187, © 2023 Author(s),
CC BY 4.0 International, DOI 10.36253/978-88-5518-514-1.20

Secondo un aspetto ricorrente nel suo metodo di osservazione, Leonardo non tralascia infine di tratteggiare le montagne che fanno da anfiteatro al corso d'acqua: proprio le considerazioni relative al contesto fanno pensare che egli abbia visto di persona i luoghi oggetto delle sue notazioni.

1. Leonardo a Ivrea

È probabile che Leonardo si sia recato a Ivrea dal vicino Stato di Milano per studiare il Naviglio a metà degli anni '90 del Quattrocento (Pedretti 1978-1979), quando era coinvolto in importanti interventi di sistemazione e valorizzazione della rete di canali lombardi al servizio di Ludovico Maria Sforza, detto il Moro. Leonardo era stato nominato ingegnere del Ducato di Milano nel 1482: fu qui che si accostò con maggior organicità agli studi sull'acqua, già oggetto dei suoi interessi durante il periodo di formazione a Firenze, presso la bottega del Verrocchio.

Il sistema idrico della Pianura Padana, sviluppatosi nei due secoli precedenti, era particolarmente articolato e complesso: si faceva ricorso all'acqua per scopi militari, produttivi e igienici; fiumi e canali costituivano una vera e propria rete infrastrutturale, utilizzata per il collegamento e il trasporto di merci e materiali da costruzione. L'impatto con un sistema di questo tipo e con la serie di problemi relativi alla profonda connessione degli usi dell'acqua con la realtà sociale e produttiva lombarda furono sicuramente occasione di stimolo per il Vinciano: ai suoi occhi dovettero presentarsi come un grande e articolato modello, campo di osservazione di un'ampia casistica e al tempo stesso oggetto concreto migliorabile tecnicamente. Nell'ambito dell'ingegneria idraulica – ma non solo – Leonardo fu soprattutto un innovatore: la sua originalità deriva dall'essere stato un attento osservatore di fatti concreti, e dall'aver saputo ricavare da questo considerazioni di carattere generale. Mutuando le sue osservazioni attraverso le conoscenze del tempo, egli opera un processo di unificazione e astrazione, cercando (e in buona parte riuscendo nell'intento) di comprendere le leggi che regolano il comportamento dell'acqua, strumento indispensabile per poterla dominare, e formulando indicazioni sulle modalità di realizzazione delle opere idrauliche.

Le ragioni per cui il Naviglio eporediese attirò l'attenzione di Leonardo, motivando un suo viaggio a Ivrea per vederlo e studiarlo in un periodo in cui egli era attivo in un contesto ricco e stimolante dal punto di vista delle opere idrauliche come quello milanese, sono da ricercare nell'importanza della via d'acqua, attestazione concreta delle competenze di idraulica applicata che si riscontravano nel Piemonte sabaudo, dove le iniziative per la realizzazione dei canali avevano ricevuto un impulso notevole a partire dall'epoca del riassetto dello Stato ad opera di Amedeo VIII[3] (Gabotto 1893; Carità 1991). Il Naviglio, all'epoca da poco completato, risultava essere infatti un'opera di canalizzazione di primaria importanza sia per le notevoli dimensioni (derivato dalla Dora Baltea presso Ivrea, la collega con un percorso di circa 72 km a Vercelli, dove confluisce nel fiume Sesia), sia perché doveva servire al contempo alla navigazione e a scopi irrigui e produttivi.

[3] Tra il 1455 e la fine del secolo nei territori sabaudi vengono progettate, e spesso avviate alla realizzazione, numerose opere di canalizzazione, tra cui le "*bealere*" di Cerialdo e di Bra, il canale di Bene, il Naviglio di Boves, il Naviglio di Ivrea e un canale tra Chambéry e il lago di Ginevra.

La sua costruzione si colloca nel contesto delle grandi opere di canalizzazione che dal XV secolo vennero avviate nello Stato sabaudo per irrigare, fornire forza motrice a diverse strutture produttive e facilitare attraverso la navigazione il collegamento, il commercio e il trasporto di materiali (tra cui il sale, bene assai prezioso, soggetto a dazi e gabelle). Dallo studio delle fonti[4] emerge anzitutto il ruolo dei Savoia, che intervennero direttamente nella costruzione del Naviglio ed emanarono leggi e patenti per favorirne la realizzazione e l'esercizio. L'opera viene avviata su committenza della duchessa Jolanda di Valois, moglie di Amedeo IX di Savoia, che fu promotrice di altri canali, tra cui quello da Chambéry al lago di Ginevra. I lavori di costruzione vennero iniziati nel 1468, in seguito a uno "stabilimento" del 26 gennaio 1466 con cui Amedeo IX "concedeva" alla consorte di derivare dalla Dora Baltea l'acqua per il canale "et farla condur per Cigliano et altri luoghi nel Vercellese, con facoltà di far sopra esso Naviglio construer molini et altri ordegni, e goder dei redditi".[5] Nel 1471 una "relatione" dei livellatori del Naviglio attestava il notevole avanzamento delle opere di scavo ed evidenziava al contempo il rilevante ruolo di questi tecnici, che avevano il compito di individuare il miglior tracciato planimetrico e altimetrico, che consentisse di costruire con facilità i salti idraulici e di orientare il progetto del cavo dell'alveo a criteri di massima economia.[6] Nell'Agosto 1472 il Naviglio era navigabile e poteva ritenersi ultimato[7] (Gabotto 1893).

Atti di visita e documenti di cantiere forniscono preziose informazioni su tecniche e mezzi utilizzati per i lavori di scavo – particolarmente difficoltosi risultavano quelli nella roccia – e per le opere di costruzione; riportano inoltre indicazioni sui criteri di scelta del tracciato dei canali e sulle loro sezioni, sulla lastricatura in pietra di sponde e fondo nei casi di maggiore permeabilità del terreno, sulle opere di derivazione, costituite da dighe fatte con pali, rami e pietre, da "bocchette" e da modulatori che avevano lo scopo di mantenere una portata costante e non superiore a quella richiesta[8] (condizione indispensabile per il funzionamento dei mulini).

[4] I documenti analizzati sono conservati presso l'Archivio di Stato di Torino (d'ora in poi AST), alla Sezione Corte nel fondo *Paesi* e nei *Protocolli ducali*, e alle Sezioni Riunite all'interno dell'Archivio della Camera dei Conti di Piemonte – *Conti delle Castellanie*, *Patenti Regie*, *Patenti controllo finanze* – e dei fondi *Naviglio di Ivrea* e *Carte topografiche e disegni-Camerale Piemonte*, nonché presso l'Archivio Storico del Comune di Ivrea (ASCI), all'interno degli *Ordinati*.

[5] "Patenti del Duca Amedeo di Savoia di permissione alla Duchessa Jolant di lui consorte di estrarre una bealera dal Fiume Dora, e quella condurre per li Luoghi, e Territorj di Cigliano, Villa Regia, Moncrivello, Borgo d'Alice, Cavaglià, Santhià, Tronzano, et altrove, con facoltà di far costruere sovra d'essa molini, et altri edifizj", 26 Gennaio 1466 (AST, Corte, *Paesi*, Ivrea città e provincia, *Naviglio di Ivrea*, m. 1, n. 3); appalto a Gioffredo di Rivarolo, Giovannino Lovera ("Luperia"), Rufino de Muris e "magister" Pietro Piccapietra per la realizzazione del Naviglio di Ivrea (ASCI, *Ordinati*, vol. XXVI, cc. 55-56, 1 Maggio 1468).

[6] "Relatione de' livellatori del Naviglio d'Ivrea delle opere fatte per l'escavationi di detto naviglio nelle fini d'Ivrea […] per pubblico instromento delli 14 Giugno 1471" (AST, Corte, *Paesi*, Ivrea città e provincia, *Naviglio di Ivrea*, m. 1, n. 4).

[7] AST, Corte, *Protocolli ducali serie rossa*, m. 112, 27 Agosto 1472: patenti di Jolanda di Savoia relative al Naviglio di Ivrea, in cui la duchessa si dice soddisfatta dell'opera, che risulta percorribile in battello; la duchessa ordina inoltre che vengano pagate le parcelle presentate da Rufino de Muris.

[8] In Piemonte la portata dei canali veniva di solito misurata in 'ruote' d'acqua (cioè la quantità d'acqua necessaria per alimentare la ruota a pale di un mulino). Il problema della misurazione era particolarmente sentito, poiché la concessione dei diritti d'uso era già all'epoca a titolo oneroso.

La rete dei canali era chiamata a rispondere, oltre che alle funzioni di collegamento e di trasporto, a due fondamentali esigenze, talora contrastanti tra loro in relazione alla periodicità della disponibilità delle acque: l'irrigazione a fini agricoli e l'utilizzo della forza motrice per azionare i mulini e i meccanismi produttivi.[9] L'importanza dello sfruttamento delle acque del Naviglio è attestata da norme specifiche inerenti alla concessione di diritti d'uso, alla regolamentazione delle forme di adacquamento e alla gestione della rete dei canali, oltre che dai frequenti contenziosi che vedono coinvolti il governo centrale e gli organi locali.

2. Il Naviglio nel territorio

La grande rilevanza del canale per il territorio interessato dal suo corso si protrae nei secoli successivi, durante i quali è testimoniata dalla ricca documentazione cartografica e grafica relativa al Naviglio e ai canali, rogge e "*bealere*" (canali artificiali di maggiori dimensioni) da esso derivati. Essa comprende carte e disegni elaborati tra il XVI e il XX secolo da una folta schiera di ingegneri, architetti, geometri e misuratori attivi per le diverse committenze (di Stato, delle comunità locali, di privati, di enti religiosi), le cui caratteristiche variano a seconda della datazione, delle ragioni per cui furono prodotti e della formazione e competenze degli autori. Tali documenti, fondamentali per la conoscenza della storia del Naviglio e delle trasformazioni del territorio circostante, attestano nel corso dei secoli i progressi dell'ingegneria idraulica in Piemonte e delle soluzioni adottate nella progettazione di macchine e strumenti per il controllo del sistema idrico territoriale a scopi civili.
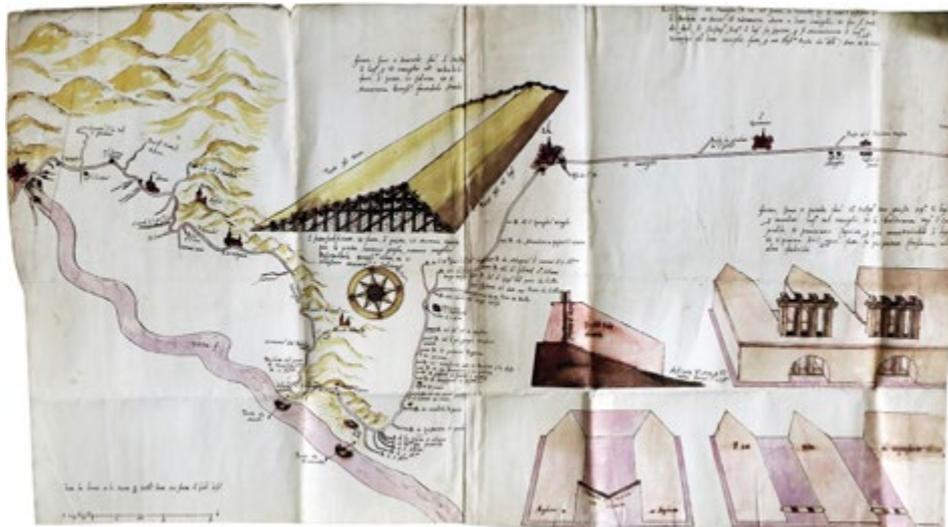
Figura 1. Alessandro Resta, progetto per la riqualificazione del Naviglio di Ivrea, 1566 (AST, Corte, *Paesi*, Ivrea e provincia, Naviglio di Ivrea, m. 1, n. 17).

[9] Era necessario ottenere una caduta d'acqua costante per velocità e flusso, quindi le opere di presa dal corso d'acqua dovevano mantenere un livello costante con una diga a tracimazione posta di traverso nell'alveo del fiume, dalla quale si derivava un canale in cui scorreva la giusta quantità d'acqua per dar moto regolare alle ruote. Mentre il fiume che non entrava nel canale proseguiva il suo percorso secondo la pendenza naturale, occorreva prevedere un canale scaricatore dove convogliare le acque che avevano dato moto alle ruote e dovevano tornare all'alveo originale, posto più a valle rispetto alle opere di presa. Tutti questi canali e condotti adduttori e scaricatori dovevano essere regolati da una complessa serie di paratoie che agiva sui flussi idrici, sovente irregolari e stagionalmente variabili.

La testimonianza iconografica cronologicamente più vicina alla condizione del Naviglio visto da Leonardo è il progetto per la ristrutturazione e riqualificazione del canale preparato nel 1566 da Alessandro Resta su committenza di Emanuele Filiberto di Savoia (Fig. 1). Resta era figura poliedrica, ingegnere idraulico, architetto, cartografo e livellatore 'milanese' che il duca chiama al suo servizio nel 1562 quando, nell'ambito della ricostruzione politica ed economica dello Stato successiva alla fine della dominazione francese, sancita dal trattato di Cateau-Cambrésis (1559), avvia importanti opere di canalizzazione ed emana leggi per favorirne la realizzazione e l'esercizio (Merlin 1987). In periodo coevo Resta è impegnato a Lucca nel progetto di trasformazione delle difese della città, di opere idrauliche e come cartografo (Natoli 2007). Nel 1566 viene incaricato da Emanuele Filiberto della riqualificazione del Naviglio di Ivrea che, a circa un secolo dalla sua costruzione, presentava già numerosi problemi, con il susseguirsi di danni, rotture e fenomeni di insabbiamento dell'alveo, spesso provocati dalle alluvioni, che ne precludevano l'utilizzo anche per lunghi periodi. Al progetto si accompagna una lunga e dettagliata relazione sullo stato del canale, in cui viene ribadita la sua importanza irrigua e per l'alimentazione di mulini e "artifizi"; e vengono del pari indicate le "ripparazioni" e opere di manutenzione necessarie.[10] Resta progetta interventi atti a sfruttare al meglio le acque della Dora, poiché "s'intende augmentar di molta aqua detto navillio". Il documento iconografico è di particolare interesse in quanto rileva "la situazione del Naviglio, che va da Ivrea a Vercelli", con il nome dei possessori di "bocchetti e terre" da esso alimentati e restituisce l'esatta situazione del corso d'acqua alla seconda metà del XVI secolo, illustrando in modo chiaro il territorio interessato dalla sua presenza, con l'indicazione di ponti e cascine.[11] Costituisce inoltre una significativa testimonianza delle soluzioni tecniche adottate nell'ambito dell'ingegneria idraulica a circa cinquant'anni dalla morte di Leonardo. Il centro del foglio è occupato dal progetto per il "sostegno d'acqua", la diga a tracimazione per la derivazione dell'acqua del Naviglio dalla Dora o "traversa", cioè lo sbarramento di limitata altezza che serve, appunto, per il sostegno dell'acqua a monte, accompagnato da indicazioni su forma, tecniche e materiali da utilizzare per rendere l'opera duratura: "forma, come si dovrebbe far il sostegno d'l'aqua per el Naviglio nostro volendolo fare, di pietre, et calcina, et si manterrà benissimo facendolo amodo"; "li inter palifichatto, se farà, di pietre, et terreno equato. Più le pietre sarano grosse, sarano meglior. Ressetandole benissime come, se si volessero murare con calcina"; "forma, come si potrebe far el sustegno seu giusa sopra el lago per mandar l'aqua nel naviglio, et le balchonere segnato di color gialdo, si puotrano coprire per più mantenimento di legna et si puotrà dirli opra fatta in perpetuo conforme ale altre fabriche".

[10] "Istruzione, o sia relazione fatta al Duca Emanuel Filiberto del Stato del Naviglio d'Ivrea, e delle ripparazioni, che restano necessarie farsi attorno del medesimo. Col Tipo formato dall'Ingegnere Resta circa le sud.e riparazioni" (AST, Corte, *Paesi*, Ivrea città e provincia, *Naviglio di Ivrea*, m. 1, n. 17).

[11] "La situazione del Naviglio, che va da Ivrea, a Vercelli. Con el nome de possessori de li bocchetti, et terre, che si trovano adreto a detto naviglio, et con il modo de far il sostegno sopra il lag.o in perpetuo, per il mantenimento d'l'aqua per servitijo dil naviglio, fatto per me Alessandro Resta da Milano. Anno MDLXVI" (AST, Corte, *Paesi*, Ivrea e provincia, *Naviglio di Ivrea*, m. 1, n. 17). Nel documento sono indicati i luoghi interessati dal percorso del canale: Ivrea, Albiano, Masino, Vestigné, Moncrivello, Cigliano, la Boscarina, Borgo d'Ale, Santhià, San Germano, Vercelli.

Nella parte inferiore del foglio sono inoltre raffigurate, in pianta, alzato e sezione, opere di derivazione e regolazione dell'acqua ("bocchette" con paratoie), lo sportello di una conca (porta a due battenti ad angolo ideata da Leonardo) e uno scaricatore. È interessante rilevare che l'imbocco del Naviglio mantiene ancora oggi caratteristiche coerenti con quanto rappresentato nel XVI secolo.

Il progetto di Resta non risolse tuttavia i problemi di manutenzione e funzionamento del canale. Tra la fine del Cinquecento e i primi decenni del Seicento vennero coinvolti in progetti e interventi di riparazione all'imboccatura e all'alveo del Naviglio i principali ingegneri dell'epoca: tra di essi il vercellese Melchiorre Piantino e il milanese Pietro Antonio Barca (Viganò 2007), ingegneri impegnati in periodo coevo in altre importanti opere idrauliche dello Stato sabaudo (Carità 1991, 406-407), insieme agli ingegneri ducali Ascanio Vitozzi (Viglino Davico 2003, in part. pp. 327-328) e Carlo di Castellamonte (Merlotti, Roggero 2016).

3. La trasformazione del canale nel corso del tempo

Dalla seconda metà del XVII secolo vengono avviate ingenti opere di rifacimento, che permettono di superare i problemi che avevano compromesso il funzionamento del canale tra la seconda metà del Cinquecento e la prima metà del Seicento. Il Naviglio viene "prolungato ed ampliato" con il contributo dell'ingegner Maurizio Valperga e torna a essere almeno in parte navigabile e a fornire acqua, per irrigare campi e prati, e forza motrice idraulica per l'attivazione dei mulini[12] (Fig. 2); in alcuni casi l'acqua da esso derivata viene utilizzata anche per scopi difensivi.

Le diverse modalità di sfruttamento delle sue acque sono illustrate in modo chiaro ed emblematico da due disegni degli anni '70 e '80 del Seicento inerenti alla parte del canale vicina a Vercelli, da cui emerge l'interazione delle opere idrauliche con i caratteri territoriali e urbani. Il primo disegno, di mano di Valperga, datato 1675 e sottoscritto dal duca Carlo Emanuele II, raffigura il tratto del Naviglio tra San Germano e Vercelli e riporta rogge, *bealere* e fontane derivate dal canale e cascine e mulini che si servono di tali acque.[13] Il secondo disegno, del 1688, rappresenta la possibilità di utilizzo delle acque del Naviglio per incrementare le difese di Vercelli in prossimità della porta di Torino "in caso di guerra".[14]

[12] AST, Sez. Riunite, *Naviglio di Ivrea*, in particolare mm. 15, 44, 57.

[13] Maurizio Valperga, *Tippo del Navilio da San Germano a Vercelli*, 22 Febbraio 1675 (AST, Sez. Riunite, Carte topografiche e disegni, *Camerale Piemonte*, *Tipi articolo 663*, Vercelli, m. 164). Sul *verso* del foglio è riportata la scritta "formato dal Barone Primo Ingegnere Valperga": al disegno fanno riferimento le "Osservazioni" del patrimoniale di S.A.R. sui "due Tippi formati dal Signor Barone, et Ingegnere Valperga per la continuazione dell'Asta del Naviglio" del 13 marzo 1675 (AST, Sez. Riunite, *Naviglio di Ivrea*, m. 57, doc. 1015). Per Maurizio Valperga si veda Melano 2012-2013, con bibliografia.

[14] Progetto per l'utilizzo delle acque del Naviglio in relazione alle fortificazioni di Vercelli, 12 Settembre 1688 (AST, Sez. Riunite, Carte topografiche e disegni, *Camerale Piemonte*, *Tipi articolo 663*, Vercelli, m. 165).

Sul margine inferiore destro del foglio sono annotate alcune “riflessioni” prettamente tecniche sulle modalità di realizzazione del fossato rispetto alla cortina delle fortificazioni; indicazioni analoghe sono illustrate in modo più esteso e dettagliato in un documento coevo ad esso collegato, in cui il duca Vittorio Amedeo II si esprime su tre diverse possibilità di “comunicazione delle acque della Sesia con quelle del Naviglio” prospettate su progetto dell’ingegner Valperga, poi rivisto dall’ingegner Ghiberti.[15]

Figura 2. Veduta di Ivrea con la derivazione del Naviglio dalla Dora Baltea. Incisione su disegno di Simone Formento, 1667, in *Theatrum Statuum Regiae Celsitudinis Sabaudiae Ducis* […], Blaeu, Amsterdam 1682, vol. I, tav. 63.

4. L’importanza del Naviglio dal Settecento a oggi: la conferma dell’interesse di Leonardo

L’importanza del Naviglio di Ivrea per il territorio circostante a livello irriguo e produttivo non viene meno nel corso dei secoli successivi, confermando l’interesse di Leonardo, che aveva saputo cogliere precocemente il valore dell’opera.

[15] AST, Sez. Riunite, *Naviglio di Ivrea*, m. 57, doc. 993, “Riflessi di S.M. per la comunicazione delle acque della Sesia con quelle del naviglio, e profittarne a difesa della Città di Vercelli, in caso di guerra”, s.d. ma 1688.

La fitta rete di derivazioni, molte delle quali realizzate prima della metà del Settecento, cioè prima della codificazione dell'ingegneria idraulica come disciplina a sé stante, viene perfezionata tra Settecento e Ottocento, con interventi di miglioramento, potenziamento e riorganizzazione che riflettono l'attenzione della politica sabauda alla produttività della terra e i progressi in ambito tecnico e scientifico. Nel corso del Settecento il Piemonte è interessato da importanti cambiamenti nel campo dell'idraulica: l'affermazione, nel 1729, del principio di demanialità delle acque e la conseguente esigenza giuridico-amministrativa di regolare la misura e la distribuzione delle acque correnti porta nel 1763 alla costruzione fuori Torino, presso la cascina Parella, di uno dei più prestigiosi e attrezzati laboratori di idraulica del tempo (diretto da Francesco Domenico Michelotti, architetto idraulico e docente di matematica), la cui importanza viene riconosciuta anche a Parigi, determinando l'inserimento di Torino nel circuito scientifico internazionale. Al contempo la formazione teorica per gli ingegneri idraulici e per coloro che erano preposti alla misurazione e alla rappresentazione del territorio[16] viene normata dallo Stato con il *Manifesto del Magistrato della riforma riguardante gli studi, esami ed esercizio per le professioni di Agrimensore, Misuratore, Architetto civile e idraulico* (1762): viene così stabilito un preciso collegamento tra un *iter* formativo preliminare, l'accertamento delle competenze e il successivo esercizio professionale, definendo inoltre una gerarchia tra le figure tecniche 'civili' (misuratori, agrimensori, architetti civili e idraulici). Le competenze degli architetti idraulici – in seguito chiamati ingegneri idraulici – si sostanziano sempre più su basi scientifiche: a loro è riservato il percorso di formazione più complesso e selettivo,[17] in quanto preposti a intervenire sul territorio, dove progettano opere idrauliche e si occupano della misura e della distribuzione delle acque (Ferraresi 2004; Binaghi 2000, 275-276).

Questo significativo cambiamento trova riscontro negli elaborati grafici dei professionisti chiamati a intervenire sulla rete di canalizzazioni derivate dal Naviglio di Ivrea: mappe, disegni e progetti realizzati dai principali esperti di idraulica attivi in Piemonte attestano aggiornamenti e trasformazioni sia a scala locale che territoriale. Questi documenti costituiscono sia un compendio dei progressi in ambito tecnico e scientifico, sia una testimonianza del perdurare dell'importanza delle acque del Naviglio per la produttività del territorio a ovest del Sesia.

La forte interazione tra rete irrigua e sfruttamento del territorio è attestata dal "Tipo" tracciato nel 1792 dall'"Architetto Idraulico e Civile"[18] Carlo Cottalorda (Brayda *et Al.* 1963, 102), che rappresenta la roggia Molinara e la rete di canali che si sviluppano tra San Germano Vercellese e Olcenengo: vengono rilevati in modo estremamente dettagliato tutti i canali, i ponti, le cascine, i mulini,

[16] Già nel 1738 era stato istituito l'Ufficio topografico, a cui lo Stato aveva affidato il rilevamento del territorio per il suo controllo, che fungeva anche da scuola per la formazione del personale.

[17] Gli architetti idraulici dovevano compiere l'intero corso di matematica presso l'Università. Va ricordato che la matematica nel Settecento era intesa come complesso di diverse discipline: aritmetica, geometria, algebra, analisi.

[18] La patente di architetto civile all'epoca veniva spesso conseguita come seconda e più facile specializzazione da parte degli architetti idraulici, per ampliare le opportunità professionali.

le opere idrauliche (bocchetti, scaricatori, ecc.) esistenti nella parte di territorio considerata, corredandoli di informazioni precise sull'utilizzo dei suoli e sul tipo di coltivazioni (Fig. 3).[19] Progetti coevi per nuove opere di derivazione documentano inoltre, a scala locale, la sempre maggiore valenza tecnico-scientifica delle competenze degli architetti idraulici.

Nella prima metà dell'Ottocento il Naviglio di Ivrea passa al Regio Demanio.[20] In Piemonte il periodo napoleonico, durante il quale i tecnici civili piemontesi avevano avuto modo di confrontarsi con l'ingegneria francese, aveva lasciato tra le eredità una maggiore attenzione alle infrastrutture, comprese quelle idrauliche, che trova terreno particolarmente fertile durante il governo carloalbertino. Il Naviglio è interessato da ulteriori opere di derivazione e da interventi volti a migliorarne l'efficienza, i cui progetti sono affidati ai principali ingegneri idraulici attivi per i Savoia, testimoniando che il canale mantiene nel corso del XIX secolo un ruolo primario per il territorio da esso solcato. Nel 1837 Carlo Alberto[21] decide l'apertura del Regio Canale da Ivrea ad Asigliano, derivato dal Naviglio di Ivrea in prolungamento del naviletto di Tronzano,[22] per irrigare i terreni posti tra il Sesia e il Po, incaricando del progetto Ignazio Michela, architetto idraulico e civile, futuro autore (1840-1846), in collaborazione con Ignazio Michelotti, del progetto per l'acquedotto pubblico di Torino (Volpiano 2009, II, 93-94). Nel solco della tradizione dell'ingegneria idraulica piemontese 'a servizio' dell'agricoltura, l'opera si colloca nell'ambito del potenziamento della rete irrigua in quelle zone del Piemonte orientale – tra cui il Vercellese – dove la risicoltura stava avviandosi a divenire coltura intensiva e specializzata.

Per oltre cinque secoli il Naviglio di Ivrea ha svolto dunque un ruolo fondamentale per la trasformazione del territorio compreso tra i fiumi Dora Baltea e Sesia, e costituisce ancora oggi un significativo riferimento dal punto di vista irriguo e produttivo.[23]

[19] Carlo Cottalorda, "Tipo regolare dell'andamento della Roggia Molinara nel territorio di San Germano e di Olcenengo unitamente alla Roggia del Naviletto di Robarello, e quello del Termine per tutta la loro estenzione, in cui sono segnati tutti quelli altri canali e fossi nelle medesime confluenti, e derivanti, o semplicemente intersecati per il transito delle rispettive loro acque", 18 gennaio 1792 (AST, Sez. Riunite, Carte topografiche e disegni, *Camerale Piemonte*, *Tipi articolo 663*, Roggia Molinara, m. 69).

[20] Per le vicende del Naviglio di Ivrea nella prima metà del XIX secolo si veda Devoti 2019.

[21] A Carlo Alberto si devono alcune disposizioni innovative in materia d'acque che rendono la legislazione piemontese all'avanguardia in questo settore. Il sovrano sabaudo istituisce inoltre, all'interno dell'Azienda Generale delle Finanze, un apposito Servizio dei regi canali preposto al loro controllo.

[22] Ignazio Michela, "Tipo del corso del Regio Naviletto di Tronzano da sua origine in sponda destra del Regio Naviglio di Ivrea sino al Ponte della Cappelletta, ove incomincia la prima tavola del progetto […] unito alle RR. Patenti delli 21 gennaio 1837 concernenti il dilatamento trasporto e protendimento di questo Regio Canale sino ad Asigliano […]", 20 gennaio 1837 (AST, Sez. Riunite, Carte topografiche e disegni, *Camerale Piemonte*, *Tipi articolo 663*, Asigliano e Ivrea, regio canale, m. 303).

[23] Grazie all'irrigazione che consentiva, il canale ha notevolmente favorito lo sviluppo della risicoltura, mentre con l'energia idraulica ha alimentato nei secoli scorsi vari impianti produttivi e, più recentemente, anche alcune centrali idroelettriche. Chiaro esempio di infrastruttura irrigua ad 'uso plurimo', il corso d'acqua costituisce oggi, insieme al Canale Cavour, l'asse portante dell'irrigazione vercellese.
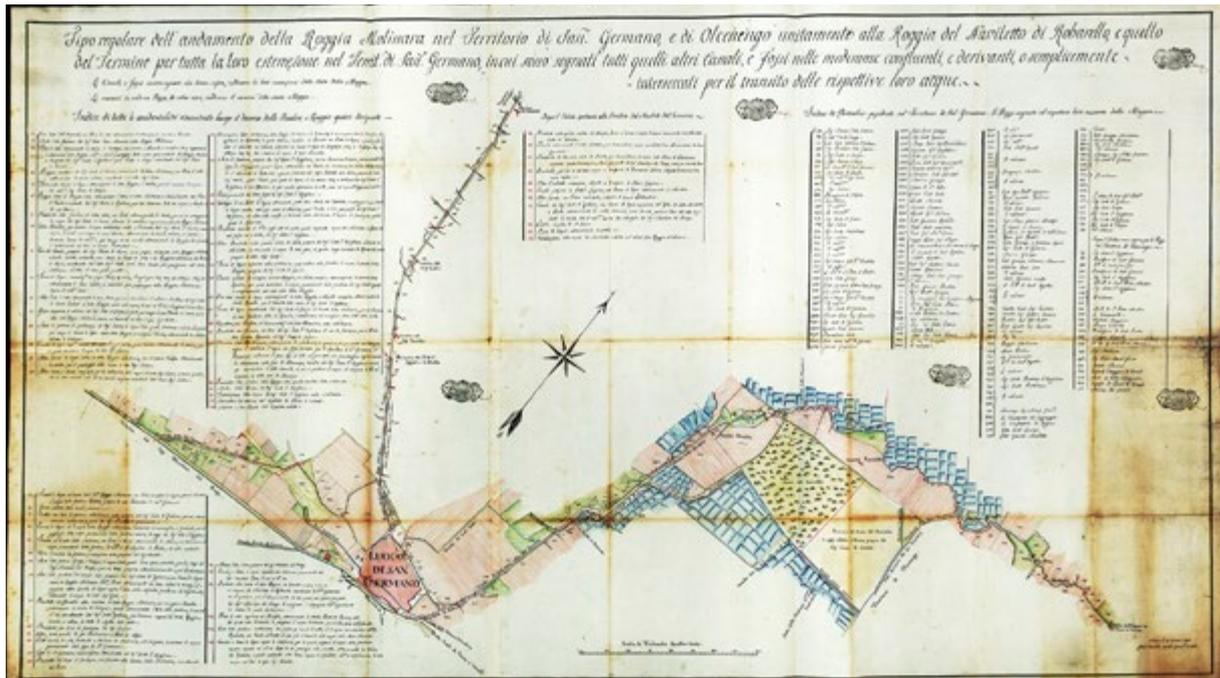
Figura 3. Carlo Cottalorda, "Tipo regolare dell'andamento della Roggia Molinara nel territorio di San Germano e di Olcenengo […]", 18 Gennaio 1792 (AST, Sez. Riunite, Carte topografiche e disegni, *Camerale Piemonte, Tipi articolo 663*, Roggia Molinara, m. 69).

Il permanere dell'importanza dell'opera di canalizzazione non è sicuramente casuale e affonda le radici nella condizione di avanguardia nell'ambito dell'idraulica che contraddistinse il territorio piemontese fin dal Rinascimento: il canale e le sue principali derivazioni, già compiuti nelle linee essenziali ben prima della codificazione dell'idraulica come scienza, possono essere considerati, in relazione all'epoca in cui furono costruiti, dei veri capolavori di ingegneria, nonostante le difficoltà inizialmente riscontrate nel loro esercizio. Leonardo, che era un acuto osservatore della realtà, in grado di operare sintesi e di andare oltre, seppe coglierne il valore già al termine del XV secolo, come attestato dal foglio 563r del Codice Atlantico.

Riferimenti bibliografici

Binaghi R. (2000), "Architetti e ingegneri nel Piemonte sabaudo tra formazione universitaria ed attività professionale", in Brizzi G. P., Romano A. (a cura di), *Studenti e dottori nelle università italiane (origini-XX secolo)*, Clueb, Bologna, pp. 263-289.

Brayda C., Coli L., Sesia D. (1963), "Ingegneri e architetti del Sei- e Settecento in Piemonte", *Atti e Rassegna Tecnica della Società Ingegneri e Architetti in Torino*, n.s., vol. 17, n. 3.

Carità G. (1991 - a cura di), *Canali in provincia di Cuneo*, L'Artistica Editrice, Savigliano.

Cattaneo M.V. (2019), "Naviglio di Ivrea", in Pagella E., Di Teodoro F.P., Salvi P. (a cura di), *Leonardo da Vinci. Disegnare il futuro*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo, pp. 401-402.

Devoti C. (2019), "Percorsi sull'acqua: sorvolare il Naviglio", in Pagella E., Di Teodoro F.P., Salvi P. (a cura di), *Leonardo da Vinci. Disegnare il futuro*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo, pp. 334-336.

Di Teodoro F.P. (2002a), "L'architettura idraulica negli studi di Leonardo da Vinci: fonti, tecniche costruttive e macchine da cantiere", in Conforti C., Hopkins A. (a cura di), *Architettura e tecnologia. Acque, tecniche e cantieri nell'architettura rinascimentale e barocca*, Nuova Argos, Roma, pp. 258-277.

Di Teodoro F.P. (2002b), "Moto delle acque e ponti negli studi di Leonardo da Vinci", in Calabi D., Conforti C. (a cura di), *I ponti delle capitali d'Europa dal Corno d'Oro alla Senna*, Electa, Milano, pp. 8-25.

Di Teodoro F.P. (2019), "Leonardo e il Piemonte: dai sedani 'bia(n)chi, gra(n)di e dduri' di Varallo Pombia al Mon Boso 'che quasi passa tutti i nuvoli'", in Pagella E., Di Teodoro F.P., Salvi P. (a cura di), *Leonardo da Vinci. Disegnare il futuro*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo, pp. 278-295.

Ferraresi A. (2004), *Stato, scienza, amministrazione, saperi. La formazione degli ingegneri in Piemonte dall'antico regime all'Unità d'Italia*, Il Mulino, Bologna.

Firpo L. (1982), "Leonardo in Piemonte", in Bellone E., Rossi P. (a cura di), *Leonardo e l'età della ragione*, Scientia, Milano, pp. 1-23.

Gabotto F. (1893), *Lo Stato sabaudo da Amedeo VIII ad Emanuele Filiberto*, vol. II, L. Roux e C., Torino-Roma.

Melano C.Y. (2012-2013), *Antonio Maurizio Valperga (1605-1688). Un ingegnere architetto al servizio della corte sabauda e della corte francese*, Tesi di laurea di II livello, A.A. 2012-2013, relatrice Costanza Roggero Bardelli, Politecnico di Torino, II Facoltà di Architettura, Torino.

Merlin P. (1987), "Le canalizzazioni nella politica di Emanuele Filiberto", *Bollettino della Società per gli Studi Storici, Archeologici ed Artistici della Provincia di Cuneo*, n. 1, pp. 27-35.

Merlotti A., Roggero C. (2016 - a cura di), *Carlo e Amedeo di Castellamonte 1771-1683, architetti e ingegneri per i duchi di Savoia*, Campisano, Roma.

Natoli C. (2007), "Alessandro Resta fra il ducato di Savoia e la repubblica di Lucca", in Viglino M., Bruno A. jr. (a cura di), *Gli ingegneri militari attivi nelle terre dei Savoia e nel Piemonte orientale (XVI-XVIII secolo)*, Edifir, Firenze, pp. 51-63.

Pedretti C. (1978-1979), *Leonardo da Vinci. Codex Atlanticus. A Catalogue of Its Newly Restored Sheets*, Johnson Reprint Corp., Firenze.

Solmi E. (1912), "Leonardo da Vinci ad Ivrea", *Bollettino Storico-Bibliografico Subalpino*, n. 1-2, pp. 1-24.

Viglino Davico M. (2003), *Ascanio Vitozzi. Ingegnere militare, urbanista, architetto (1539-1615)*, Qattroemme, Perugia.

Volpiano M. (2009 - a cura di), *Il fondo Giuseppe e Bartolomeo Gallo. Fonti e documenti per l'architettura dell'Ottocento in Piemonte*, Fondazione per l'Arte della Compagnia di San Paolo, Torino.